

DNN N2001-140093
TI Slurry for chemical-mechanical polishing, has polish velocity of polished surface exceeded fixed value, when load exerted on lapping powder exceeds fixed value.

DC P61 U11

PA (JAPS) JSR CORP; (TOKE) TOSHIBA KK

CYC 1

PI JP 2001015462 A 20010119 (200120)* 8p <--

ADT JP 2001015462 A JP 1999-187027 19990630

PRAI JP 1999-187027 19990630

AN 2001-196217 [20] WPIDS

AB JP2001015462 A UPAB: 20010410

NOVELTY - The polish powered inorganic substance with lapping powder is composite with the organic substance which is weaker than the inorganic substance. When the load on lapping powder exceeds fixed value, the polished surface's polish velocity exceeds the fixed value.

DETAILED DESCRIPTION - INDEPENDENT CLAIMS are also included for the following:

(a) Chemical-mechanical polishing method;

(b) Semiconductor device manufacturing method

USE - For chemical-mechanical polishing used in semiconductor device manufacture.

ADVANTAGE - Improved slurry is obtained to perform wiring, as the polishing velocity is dependent on the load.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the model diagram of the slurry used in chemical-mechanical polishing.

Dwg.2/9

=> LOG H

COST IN JAPANESE YEN

SINCE FILE

ENTRY

TOTAL

SESSION

FULL ESTIMATED COST

9440

9470

SESSION WILL BE HELD FOR 60 MINUTES

STN INTERNATIONAL SESSION SUSPENDED AT 10:29:30 ON 20 MAY 2002

* JICST * :call cleared by request

NO CARRIER

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-15462

(P2001-15462A)

(43) 公開日 平成13年1月19日 (2001.1.19)

(51) Int.Cl.⁷
H 0 1 L 21/304
B 2 4 B 37/00

識別記号
6 2 2

F I
H 0 1 L 21/304
B 2 4 B 37/00

テマコード* (参考)

6 2 2 D 3 C 0 5 8
6 2 2 X
H

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平11-187027
(22) 出願日 平成11年6月30日 (1999.6.30)

(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(71) 出願人 000004178
ジェイエスアール株式会社
東京都中央区築地2丁目11番24号
(72) 発明者 南副 学
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株
式会社東芝横浜事業所内
(74) 代理人 100058479
弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

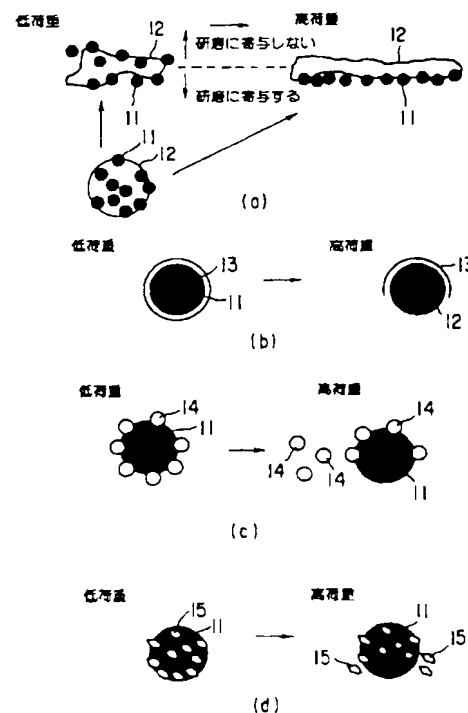
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スラリー、CMP法および半導体装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ディッシングの小さいダマシン配線を形成すること。

【解決手段】 複数の活性粒子 (シリカ) 11 を不活性体 (PMMA) 12 で固めた構成の研磨剤を含むスラリーを用いたCMP法によって、配線溝の外部の余剰な金属膜およびライナー膜を除去し、ダマシン配線を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 研磨力のある第1物質と、研磨力が前記第1物質よりも弱い第2物質との複合体からなる研磨剤を含み、

この研磨剤に加わる荷重が一定値を越えた場合に、前記研磨剤による被研磨面の研磨速度が一定値を越えることを特徴とするスラリー。

【請求項2】 前記第1の物質は、前記第2の物質よりも硬いことを特徴とする請求項1に記載のスラリー。

【請求項3】 前記第1の物質は無機質からなり、前記第2の物質は有機物からなることを特徴とするスラリー。

【請求項4】 研磨力のある第1物質と、研磨力が前記第1物質よりも弱い第2物質との複合体からなる研磨剤を含み、

この研磨剤に加わる荷重が一定値を越えた場合に、前記第1物質による被研磨面の研磨が、前記第2物質による被研磨面の研磨よりも支配的になることを特徴とするスラリー。

【請求項5】 研磨力のある第1物質と、研磨力が前記第1物質よりも弱い第2物質との複合体からなる研磨剤を含み、

この研磨剤に加わる荷重が一定値を越えた場合に、前記第1物質と被研磨面との接触面積が、第2物質と被研磨面との接触面積よりも大きくなることを特徴とするスラリー。

【請求項6】 前記第2物質は、物理的または化学的にアグリゲート化またはアグロメレート化して、前記第1物質に設けられていることを特徴とする請求項1ないし請求項5のいずれか1項に記載のスラリー。

【請求項7】 研磨力のある第1粒子と、研磨力が前記第1粒子よりも弱く、粒径が前記第1粒子よりも小さい複数の第2粒子とからなり、前記第1粒子の表面に前記複数の第2粒子が吸着している研磨剤を含むことを特徴とするスラリー。

【請求項8】 研磨力のある粒子と、研磨力が前記粒子よりも弱く、前記粒子の表面を被覆する被膜とからなる研磨剤を含むことを特徴とするスラリー。

【請求項9】 研磨力のある複数の第1粒子と、研磨力が前記第1粒子よりも弱く、前記第1粒子を表面および内部に有する第2粒子とからなる研磨剤を含むことを特徴とするスラリー。

【請求項10】 研磨力のある粒子と、研磨力が前記粒子よりも弱く、前記粒子の表面の一部を変性して形成された変性部とからなる研磨剤を含むことを特徴とするスラリー。

【請求項11】 前記第2物質、前記第2粒子、前記被膜および変性部は有機物質からなり、かつ表面にアニオン系、カチオン系、両性系または非イオン系の官能基を有することを特徴とする請求項1ないし請求項10のいずれか1項に記載のスラリー。

【請求項12】 前記第1物質、前記第1粒子および前記粒子は、Al、Cu、Si、Cr、Ce、Ti、CまたはFeを主成分とする酸化物、炭化物もしくは窒化物、または前記酸化物、炭化物および窒化物の中から選ばれた少なくとも2つの材料の化合物、混合物もしくは混晶物であることを特徴とする請求項1ないし請求項10のいずれか1項に記載のスラリー。

【請求項13】 前記分散液の中に、酸化剤として、過硫酸アンモニウム、過酸化水素水、硝酸第2鉄またはオゾンを含むことを特徴とする請求項1ないし請求項12のいずれか1項に記載のスラリー。

【請求項14】 請求項1ないし請求項13のいずれか1項に記載のスラリーを用いることを特徴とするCMP法。

【請求項15】 請求項1ないし請求項13のいずれか1項に記載のスラリーを用いたCMP法によって導電膜を研磨することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項16】 絶縁膜の表面に配線溝を形成する工程と、前記絶縁膜の全面に導電膜を堆積し、前記配線溝を前記導電膜で埋め込む工程と、

請求項1ないし請求項13のいずれか1項に記載のスラリーを用いたCMP法によって、前記配線溝の外部の前記導電膜を除去する工程とを有することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項17】 前記導電膜は、Cu、Al、W、Ti、Mo、TaもしくはVを主成分とする金属膜、合金膜、窒化物膜、ホウ化物膜もしくは窒化物膜、またはこれらの膜から選ばれた少なくとも2つ以上の膜からなる積層膜であることを特徴とする請求項15または請求項16に記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、CMP (Chemical Mechanical Polishing) 用のスラリー、CMP法、およびCMP工程を有する半導体装置の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、半導体装置の製造分野において、半導体装置の高密度化や、半導体素子の微細化に伴い、種々の微細加工技術が開発されている。その中でもCMP技術は、ダマシンプ配線を形成する上で欠かすことのできない重要技術である。

【0003】 現在のダマシンプ配線プロセスでは、配線抵抗の増加およびバラツキを抑制し、多層配線の加工を容易にするために、デュレーションを小さく抑えることが最も重要な課題となっている。

【0004】 デュレーションの小さいダマシンプ配線を形成するには、図6に示すように、研磨速度の荷重依存性を大きくする必要がある。その理由は、図7に示すように、表面に凹凸を有するメタル（被研磨面）に対し、荷

重の伝わりにくい凹部（なるべく削りたくない部分）では研磨速度をできるだけ遅くし、逆に凸部（削りたい部分）では研磨速度をできるだけ速くすることにより、メタルの平坦化を速やかに行うことができ、ディッシングを小さく抑えられるからである。

【0005】上述したような研磨速度の荷重依存性は、被研磨面（メタル）上に形成する酸化膜等のパッシベーション膜の膜質をコントロールすることによって、実現可能である。図8に、良質のパッシベーション膜を形成することによって得られた研磨速度の荷重依存性の一例を示す。

【0006】しかしながら、研磨するメタルの種類またはスラリーのpHによっては、CMP向きの適切なパッシベーション膜を形成することが困難である場合が多い。また、従来のCMPでは、適切なパッシベーション膜を形成できても、本来研磨速度の低いはずの凹部で研磨速度が上昇するという現象が見られた。その理由は、図9に示すように、従来のCMPには研磨速度の粒子濃度依存性があるからである。すなわち、凹部は荷重が低くても、スラリーが溜まり易いからである。

【0007】そのため、従来のダマシン配線プロセスでは、凸部を優先的に削ることができず、凹部と凸部が同ような研磨速度で削られていくため、ディッシングの小さなダマシン配線を形成することが困難であった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述の如く、従来のダマシンプロセスでは、研磨速度の荷重依存性を大きくするために、パッシベーション膜を用いていたが、研磨するメタルの種類またはスラリーのpHによっては、研磨速度の荷重依存性を大きくできず、ディッシングの小さなダマシン配線を形成することが困難であった。

【0009】本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、ディッシングの小さな研磨を可能とするスラリー、CMP法および半導体装置の製造方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の骨子は、パッシベーション膜ではなく、スラリー中の研磨材を改善することによって、ディッシングを抑制することにある。

【0011】上記目的を達成するために、本発明に係るスラリーは、研磨力のある第1物質と、研磨力が前記第1物質よりも弱い第2物質の複合体からなる研磨剤を含み、この研磨剤に加わる荷重が一定値を越えた場合に、前記研磨剤による被研磨面の研磨速度が一定値を越えるか、または前記第1物質による被研磨面の研磨が、前記第2物質による被研磨面の研磨よりも支配的になるか、または前記第1物質と被研磨面との接触面積が、第2物質と被研磨面との接触面積よりも大きくなることを特徴とする。

【0012】また、本発明に係るCMP法は、上記の如

きスラリーを用いて研磨を行うことを特徴とする。さらにまた、本発明に係る半導体装置の製造方法は、上記のCMP法によって導電膜を研磨することを中心とする。

【0013】本発明において、第2物質、第2粒子、被膜および変性部は、例えば有機物質からなり、かつ表面にアニオン系、カチオン系、両性系または非イオン系の官能基を有するものである。

【0014】ここで、官能基としては、カルボン酸型、スルホン酸型、硫酸エステル型、リン酸エステル型、アミド塩型、第4級アモニウム塩型、エーテル型、エステル型、アルカロールアミド型、カルボキシハタイン型またはクリン型のものがあげられる。

【0015】また、有機物質としては、ポリスチレン、ポリスチレン-共重合体、ポリメチルメタクリレート等の（メタ）アクリル樹脂、アクリル系共重合体、ポリカーボネート、フェノキシ樹脂、ポリエチレンやポリプロピレン等のポリオレフィン、オレフィン共重合体等の熱可逆性からなる重合体粒子を用いることができる。

【0016】また、スチレン系やアクリル系の共重合体の場合はジビニルベンゼンやエチレングリコールジメタクリレート等を共重合させることにより架橋構造重合体粒子にすることができる。また、フェノール樹脂、ウレタン樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂、アルキド樹脂または不飽和ポリエステル樹脂等の熱硬化樹脂からなる重合体粒子を用いることもできる。

【0017】さらに、有機物質としてはポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、ヒドロキシプロピルセルロースのような水溶性重合体を用いることができる。

【0018】また、本発明において、第1物質、第1粒子および粒子は、例えばAl、Cu、Si、Cr、Ce、Ti、CまたはFeを主成分とする酸化物、炭化物もしくは窒化物、または前記酸化物、炭化物および窒化物の中から選ばれた少なくとも2つの材料の化合物もしくは混晶物からなるものである。

【0019】また、スラリー中に、酸化剤として、過硫酸アンモニウム、過酸化水素水、硝酸第2鉄またはオゾンを追加しても良い。

【0020】また、導電膜としては、例えばCu、Al、W、Ti、Mo、TaもしくはVを主成分とする金属膜、合金膜、窒化物膜、ホウ化物膜もしくは窒化物膜、またはこれらの膜から選ばれた少なくとも2つ以上の膜からなる積層膜があげられる。

【0021】本発明の如きの複合体構造の研磨材を含むスラリーを用いて研磨を行えば、研磨速度の荷重依存性を大きくできるので、ディッシングを小さくできるようになる。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態（以下、実施形態という）を説明する。

【0023】（第1の実施形態）図1は、本発明の第1

(4)

の実施形態に係るダマシ配線の形成方法を示す工程断面図である。

【0024】まず、図1(a)に示すように、素子（不図示）が形成されたシリコン基板1上に層間絶縁膜2を形成する。

【0025】次に図1(b)に示すように、層間絶縁膜2の表面に深さ400nmの配線溝3を形成した後、層間絶縁膜2上にNbからなる厚さ30nmのライナー膜4、タマシ配線となる、Alからなる厚さ600nmの金属膜5を順次形成する。

【0026】最後に、図1(c)に示すように、配線溝3の外部の余剰なライナー膜4および金属膜（Al膜）5を以下に説明するスラリーを用いたCMP法によって除去し、ダマシ配線5が完成する。研磨条件は、荷重：300g/cm²、トウモロコシ回転数：60rpm、テーブル回転数：60rpm、研磨時間：3分間である。

【0027】図2(a)に、本実施形態で使用したスラリーに含まれる研磨剤の模式図を示す。この研磨剤は、複数の活性粒子11が不活性体12の表面および内部に存在した構成になっている。言い換えれば、複数の活性粒子11を不活性体12で固めた構成になっている。活性粒子11の研磨力は強く、不活性体12の研磨力は弱い。本実施形態では活性粒子11としてシリカ、不活性体12としてポリメチルメタクリル酸（PMMA）を使用する。

【0028】本スラリーの作成方法は以下の通りである。

【0029】材料としてメチルメタクリレート（100部、2, 2'-アゾビス（2-アミジノプロパン）二塩酸塩を2部、イオン交換水を900部それぞれ用意し、これらの材料を容量7Lのフラスコの中に入れ、攪拌しながら窒素ガス中にて70℃に昇温し12時間重合する。これにより、重合収率96%でもって、平均粒子径0.13μm、粒子表面にアミノ基を有するカチオン系の有機粒子水分散体が得られる。この有機粒子水分散体と、平均粒子径0.13μm、固形分濃度10%のヒュームド法にて作成したシリカスラリーとを高速攪拌することによって、平均粒子径0.6μmの大きさに凝集した研磨材を含むスラリーが得られる。

【0030】本実施形態のスラリーは、研磨に用いられていない状態（研磨前）では、不活性体12が活性粒子11の内部および表面に存在する。

【0031】このようなスラリーを用いてCMPを行うと、図2(a)に示すように、高荷重の部分では、不活性体12がつぶれてその内部に閉じ込まれていた活性粒子11が不活性体12の表面に多く現れるために、被研磨面の活性粒子12との接触面積が大きくなり、その結果として研磨速度は速くなる。言い換えれば、高荷重の部分では、活性粒子12による被研磨面の研磨が支配的

となり、その結果として研磨速度は速くなる。

【0032】一方、低荷重の部分では、図2(a)に示すように、不活性体12の内部の大部分の活性粒子11はそのまま内部に閉じ込まれたままなので、被研磨面の活性粒子11との接触面積は小さく、その結果として研磨速度は遅くなる。言い換えれば、低荷重の部分では、不活性粒子12による被研磨面の研磨が支配的となり、その結果として研磨速度は遅くなる。

【0033】したがって、本実施形態によれば、研磨速度の荷重依存性が大きなCMPを実現できる。図3に、本実施形態（本発明）および従来のスラリーを用いたCMPのそれぞれの荷重・研磨速度関係を示す。図3に示すように、本実施形態のスラリーを用いることによって、従来に比べて、研磨速度の荷重依存性を大きくできることが分かる。

【0034】このような研磨速度の荷重依存性を大きなCMPをタマシプロセスに用いれば、ディッシングを小さく抑えることができ、その結果として配線抵抗の増加およびバラツキを抑制でき、多層配線の加工を容易に行えるようになる。

【0035】図4(a)に、本実施形態（本発明）および従来のスラリーを用いたCMPのそれぞれの段差・研磨量関係を示す。また、図4(b)に、そのCMPプロセスを示す。図から、本実施形態のスラリーを用いることにより、従来に比べて少ない研磨量でもって段差を小さくできることが分かる。すなわち、本実施形態のスラリーを用いれば、いわゆる平坦化効率（初期段差を無くすために必要な研磨量の逆数）を高くできることが明らかになった。

【0036】具体的には、従来のスラリーを用いたCMPでは、厚さ600nmの金属膜5を削る間に、金属膜5の表面の段差が500nmの凹凸を無くすことができなかったが、本実施形態のスラリーを用いたCMPでは凹凸をほぼ無くすることができた。

【0037】また、被研磨面の凹部でスラリー濃度が高くなっても、その部分では、荷重が低いことから、不活性体12の内部の大部分の活性粒子11は内部に閉じ込まれたままとなる。

【0038】その結果、凹部でのスラリー濃度が高くなっても、凹部での研磨速度は低いままとなる。すなわち、従来のCMPに比べて、研磨速度の粒子濃度依存性は小さくなる。これもディッシングを小さくできる理由の一つである。

【0039】さらに、不活性体12として用いたPMMAと研磨パッドとは良好な密着性を示すため、活性粒子11として用いたシリカをライナー膜4に効率的にこすりつけることができる。その結果、ライナー膜4に対する研磨力が高まり、タマシ工程のいらぬ1ステップ（ポリッシング）を容易に実現できるようになる。1ステップ（ポリッシング）のダマシ配線プロセスを採用すれば、

コストを大幅に下げることが可能となる。

【0040】また、図5に示すように、本実施形態（本発明）のスラリーを用いることにより、従来に比べてポリマーバインク耐性も向上する。

【0041】（第2の実施形態）本実施形態では、ライナー膜としてT₁・T₁N積層膜を用いたWタマシ配線の形成方法について説明する。なお、工程断面図は第1の実施形態の説明で用いた図1と同じなので、図1を用いて説明する。

【0042】まず、図1（a）に示すように、素子（下図示）が形成されたシリコン基板1上に層間絶縁膜2を形成する。

【0043】次に図1（b）に示すように、層間絶縁膜2の表面に深さ400nmの配線溝3を形成した後、層間絶縁膜2上にT₁膜・T₁N膜からなる厚さ30nmのライナー膜4を形成した後、タマシ配線となる、Wからなる厚さ600nmの金属膜5を形成する。

【0044】最後に、図1（c）に示すように、配線溝3の外部の余剰なライナー膜4、金属膜5を以下に説明するスラリーを用いたCMP法により除去し、タマシ配線5が完成する。研磨条件は、荷重：300g/cm²、トップリング回転数：60rpm、テーブル回転数：60rpm、研磨時間：3分間である。

【0045】本実施形態でも、第1の実施形態と同様に、図2（a）に示した研磨剤を含むスラリーを使用する。活性粒子11はシリカ、不活性粒子12はPMMAであり、第1の実施形態と同様である。ただし、第1の実施形態とは異なり、スラリー中にはWの酸化剤として硝酸第2鉄が5%添加されている。

【0046】このようなスラリーを用いてCMPを行うと、W膜27の表面を酸化させた場合においても、第1の実施形態と同様に、ディッシングの小さいタマシ配線を形成することができる。その他、第1の実施形態と同様の効果が得られる。

【0047】（第3の実施形態）次に本発明の第3の実施形態に係るAlタマシ配線の形成方法について説明する。

【0048】本実施形態が第1の実施形態と主として異なる点は、図2（b）に示す研磨剤を含むスラリーを用いたCMP法によって、配線溝外部の余剰なライナー膜およびAl膜を除去することにある。

【0049】このスラリー中の研磨剤は、活性粒子11の表面を不活性体膜13で被覆した構成になっている。本実施形態では、活性粒子11としてシリカ、不活性体膜13としてポリスチレン膜を用いる。研磨条件は、荷重：300g/cm²、トップリング回転数：60rpm、テーブル回転数：100rpm、研磨時間：4分間である。

【0050】本スラリーの作成方法は以下の通りである。

【0051】材料としてコロイダルシリカ（MP3040；B産化学）を100部（100g基準）、ヒドロキシプロピルセルロースを2部、メチレンを94部、メタクリルアミドを2部、メタクリル酸を4部、過硫酸アンモニウムを0.5部、イオン交換水を1800部それぞれ用意する。次にコロイダルシリカの表面にヒドロキシプロピルセルロースを良く吸着させ、これと残りの上記材料とを容量7Lのフラスコ中に入れ、攪拌しながら窒素ガスの中で70℃に昇温し12時間重合する。これにより、粒径0.3μmのシリカの表面がポリスチレン膜で被覆されてなる平均粒子径0.43μmの研磨剤を含むスラリーが得られる。

【0052】このようなスラリーを用いてCMPを行うと、高荷重の部分では、不活性体膜13が破け、活性粒子11が被研磨面と接触するので、研磨速度は速くなる。一方、低荷重の部分では、不活性体膜13は破けず、活性粒子12は被研磨面と接触しないので、研磨速度は遅くなる。

【0053】したがって、本実施形態のスラリーを用いても、第1の実施形態と同様に、研磨速度の荷重依存性が大きくなるので、ディッシングの小さいタマシ配線を形成することができる。その他、第1の実施形態と同様の効果が得られる。

【0054】（第4の実施形態）次に本発明の第4の実施形態に係るCuタマシ配線の形成方法について説明する。なお、工程断面図は第1の実施形態の説明で用いた図1と同じなので、図1を用いて説明する。

【0055】まず、図1（a）に示すように、素子（下図示）が形成されたシリコン基板1上に層間絶縁膜2を形成する。

【0056】次に図1（b）に示すように、層間絶縁膜2の表面に深さ400nmの配線溝3を形成した後、Ta₂Nからなる厚さ30nmのライナー膜4、タマシ配線となる、Cuからなる厚さ800nmの金属膜5を順次形成する。

【0057】最後に、図1（c）に示すように、配線溝3の外部の余剰なライナー膜4および金属膜（Cu膜）5を以下に説明するスラリーを用いたCMP法により除去することによって、タマシ配線5が完成する。研磨条件は、荷重：300g/cm²、トップリング回転数：50rpm、テーブル回転数：70rpm、研磨時間：3分間である。

【0058】図2（c）に、本実施形態で使用するスラリー中に含まれる研磨剤の模式図を示す。このスラリーは、活性粒子11の表面にそれよりも小さい不活性粒子14が複数吸着した構成になっている。不活性粒子14は電氣的に活性粒子11に吸着している。

【0059】本実施形態では、活性粒子11としてポリスチレン、不活性粒子14としてアルミナを使用する。また、スラリー中にはポリオキシニトロゲン酸アンモニウムが

(6)

0.1%、キノリンカルボン酸が0.2%添加されている。

【0060】本スラリーの作成方法は以下の通りである。

【0061】材料としてアクリンを90部、メタクリル酸8、ヒドロキシメチルメタクリレートを2部、ラウリル硫酸アンモニウム0.03部、過硫酸アンモニウム0.2部、イオン交換水を400部それぞれ用意する。これらの材料を容量7Lのフラスコに入れ、攪拌しながら窒素ガス中にて70℃に昇温し6時間重合する。これにより、重合収率95%でもって、平均粒子径0.09 μ m、粒子表面に硫酸エステル基とカルボキシル基と水酸基を含有するポリスチレン系水分散体（有機ポリマー粒子）が得られる。次にこのポリスチレン系水分散体100部と、平均粒子径0.10 μ m、固形分濃度10%の α -アルミナ粒子のスラリー100部を混合することによって、平均粒子径0.17 μ mの研磨剤を含むスラリーが得られる。

【0062】本実施形態のスラリーは、研磨に用いられない状態（研磨前）では、不活性粒子14が活性粒子11の表面に存在する。

【0063】そのため、本スラリーを用いてCMPを行うと、高荷重の部分では、不活性粒子14は活性粒子11の表面から剥離し易く、その結果として被研磨面の活性粒子11との接触面積が大きくなり、高荷重の部分では研磨速度は速くなる。

【0064】一方、低荷重の部分では、不活性粒子14は活性粒子11の表面から剥離し難く、その結果として被研磨面の活性粒子11との接触面積は小さくなり、低荷重の部分では研磨速度は遅くなる。

【0065】したがって、本実施形態のスラリーを用いても、第1の実施形態と同様に、研磨速度の荷重依存性が大きくなるので、ディップシンの小さいダイヤモンド配線を形成することができる。その他、第1の実施形態と同様の効果が得られる。

【0066】（第5の実施形態）次に本発明の第5の実施形態に係るCuダマシン配線の形成方法について説明する。

【0067】本実施形態が第4の実施形態と主として異なる点は、図2(d)に示す研磨剤を含むスラリーを用いたCMP法によって、配線溝外部の余剰なライナー膜（TaN）および全膜（Cu膜）を除去することにある。

【0068】このスラリーは、活性粒子11の表面の一部が不活性部15に変性されている構成になっている。本実施形態では、活性粒子11としてシリカ、不活性部15として有機化した粒子を用いる。また、スラリー中には過酸化水素が1%、ベンゾトリアールが0.01%が添加されている。研磨条件は、荷重：300g/cm²、トップリング回転数：60rpm、テーブル回転

数：80rpm、研磨時間：2分間である。

【0069】本スラリーの作成方法は以下の通りである。

【0070】まず、ヒューム法にて得られたアルミナ粒子（アルミナC：日本アエロゾル）を水中に分散させ、固形分濃度10%のスラリーを100部形成する。次にこのスラリーとポリビニルアルコール（ゴーセノールGL05：日本合成）の5%水溶液とを攪拌することによって、アルミナ表面が局部的にポリビニルアルコール（不活性部15）に変性された研磨剤を含むスラリーが得られる。

【0071】このようなスラリーを用いてCMPを行うと、高荷重の部分では、研磨によって不活性部15が消滅し、被研磨面の活性粒子11との接触面積が大きくなり、研磨速度は速くなる。一方、低荷重の部分では、不活性部15が残り、被研磨面の活性粒子11との接触面積が小さくなり、研磨速度は遅くなる。

【0072】したがって、本実施形態のスラリーを用いても、第1の実施形態と同様に、研磨速度の荷重依存性が大きくなるので、ディップシンの小さいダイヤモンド配線を形成することができる。その他、第1の実施形態と同様の効果が得られる。

【0073】なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態では、1ステップポリッシングのCMPプロセスの場合について説明したが、本発明は2ステップポリッシング、3ステップポリッシングなどの複数ステップポリッシングのCMPプロセスにも適用できる。

【0074】また、研磨時の荷重値、トップリングおよびターンテーブルの回転数等は適宜変更可能である。

【0075】また、上記実施形態のダイヤモンド配線はシングルダイヤモンド配線であるが、本発明はデュアルダイヤモンド配線にも適用できる。また、本発明は、ダイヤモンド配線プロセス以外にも、研磨工程を有するプロセスであれば適用可能である。例えば、STIプロセスの素子分離絶縁膜の埋込み工程、SACプロセスのキャップ絶縁膜の埋込み工程に適用することが可能である。

【0076】また、活性粒子（本発明の第1物質、第1粒子、粒子に相当）、不活性粒子、不活性体膜、不活性部（本発明の第2物質、第2粒子、被膜、変性部に相当）、全膜（本発明の導電膜に相当）は上記実施形態で述べたものには限定されず、発明を解決するための手段に記載した種々のものが使用可能である。

【0077】その他、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施できる。

【0078】

【発明の効果】以上詳説したように本発明によれば、スラリー中の研磨剤を改良し、研磨速度の荷重依存性を大きくすることによって、ディップシンの小さな研磨を行えるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1、第2、第4および第5の実施形態に係るダマシン配線の形成方法を示す工程断面図

【図2】第1～第5の実施形態で使用するスラリーを示す模式図

【図3】本発明および従来のスラリーを用いたCMPのそれぞれの荷重・研磨速度関係を示す図

【図4】本実施形態（本発明）および従来のスラリーを用いたCMPのそれぞれの段差・研磨量関係およびそのCMPプロセスを示す図

【図5】本実施形態（本発明）および従来のスラリーを用いたCMPのそれぞれのオーバーポリッシュ・ディッシング関係を示す図

【図6】ディッシングの小さいダマシン配線を形成するために必要な、研磨速度・荷重依存性関係を示す図

【図7】研磨速度の荷重依存性が大きいCMPによる、研磨開始前・研磨終了後の被研磨面（メタル）の表面形状を示す図

状を示す図

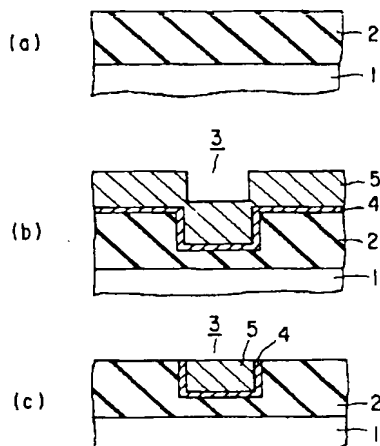
【図8】良質のパッシベーション膜を形成することによって得られる研磨速度の荷重依存性の一例を示す図

【図9】従来のスラリーを用いたCMPの研磨速度・粒子濃度依存関係を示す図

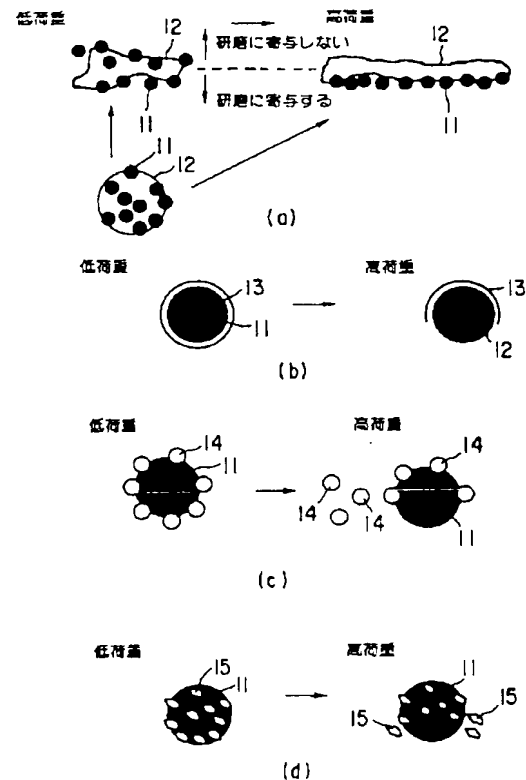
【符号の説明】

- 1…シリコン基板
- 2…層間絶縁膜
- 3…配線溝
- 4…ライナー膜
- 5…金属膜（ダマシン配線）
- 11…活性粒子
- 12…不活性体
- 13…不活性体膜
- 14…不活性粒子
- 15…不活性部

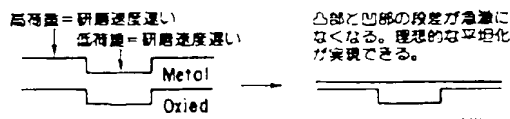
【図1】



【図2】

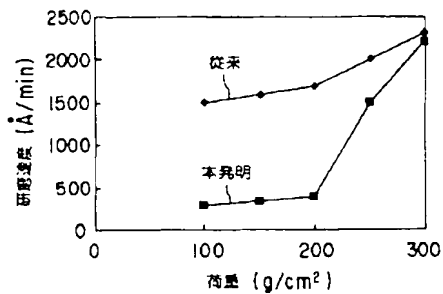


【図7】

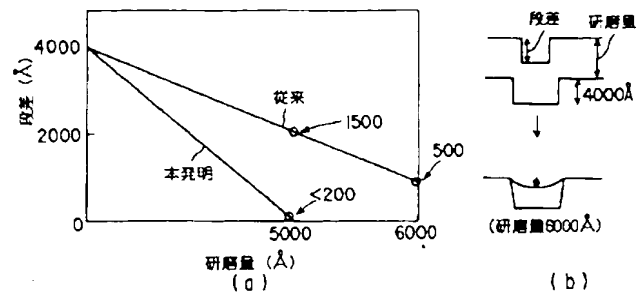


(8)

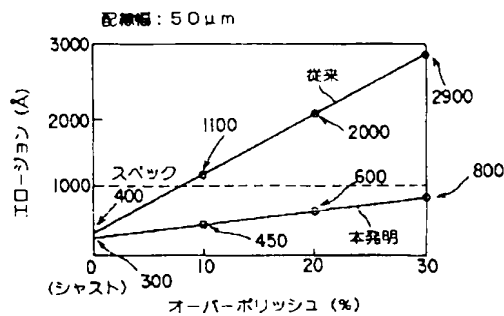
【図3】



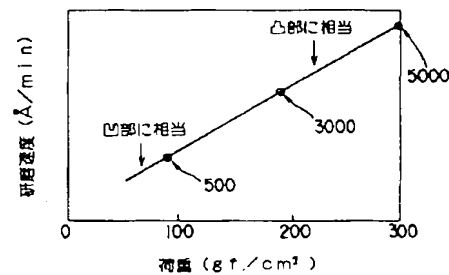
【図4】



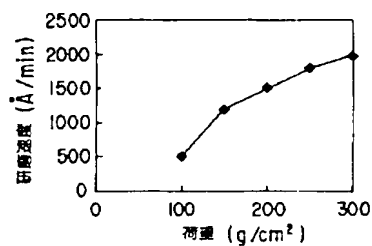
【図5】



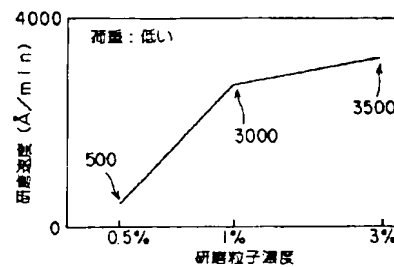
【図6】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

- (72)発明者 松井 之輝
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内
- (72)発明者 福島 大
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内
- (72)発明者 矢野 博之
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝横浜事業所内

- (72)発明者 飯尾 章
東京都中央区築地2丁目11番24号 ジェイエスアール株式会社内
- (72)発明者 服部 雅幸
東京都中央区築地2丁目11番24号 ジェイエスアール株式会社内
- (72)発明者 元成 正之
東京都中央区築地2丁目11番24号 ジェイエスアール株式会社内

Fターム(参考) 3C058 AA07 CB02 DA02 DA12 DA17